

8、工事期間中のトンネル湧水を静岡県側に戻す等の対策の検討

(1) 工事期間中のトンネル湧水を静岡県側に戻す等の対策の検討

- ・山梨県境付近の断層帯の掘削においては、山梨県側へ流出するトンネル湧水を極力低減しながら掘削しますが、加えて、流出する湧水を静岡県側へ戻す等の対策を検討しました。
- ・具体的には、
 - 1) 山梨県側に流出した湧水の県境の稜線を越えた配管による静岡県側への送水
 - 2) 山梨県境付近への導水路トンネルの取付け
 - 3) 静岡県側からの長尺ボーリングとケーシングパイプによる揚水
 - 4) 山梨県境稜線部からの深井戸による揚水の検討

について、検討しました。

1) 山梨県側に流出した湧水の県境の稜線を越えた配管による静岡県側への送水

- ・山梨県側の非常口(広河原非常口)から静岡県内に向けて地表部に配管を設置し、山梨県側へ流出した湧水を、県境を越えて静岡県側へ戻す方法を検討しました。
- ・具体的な検討にあたっては、配管は山梨県から静岡県にかけて整備されている登山道を活用する計画とし、国土地理院の地形図や過去に現地踏査した際の写真等を用いて地表の勾配や状況を考慮し、詳細に検討しました(図 8-1、図 8-2)。
- ・山梨県の広河原非常口から車両でアプローチ可能な区間は、非常口から約1.8 km(平均勾配は約12%)である東京電力リニューアブルパワー株式会社の田代川第二発電所までです。
- ・残りの約5.3 kmの区間は、人力で資機材を運搬し登山道に配管を設置することになります。
- ・本計画では、幅員が狭く急峻な登山道(平均勾配23%、最急勾配58%とほぼ直壁のような箇所もある)において、約5.3 kmの区間を人力で資機材を運搬し、配管を敷設することは容易ではなく、施工上技術的な課題があります。
- ・また、配管の途中には、ポンプアップのための揚程設備を設置する必要があるため、新たな自然改変が伴うこととなります。

広河原～伝付峠～大井川配管経路図



図 8-1 計画平面図

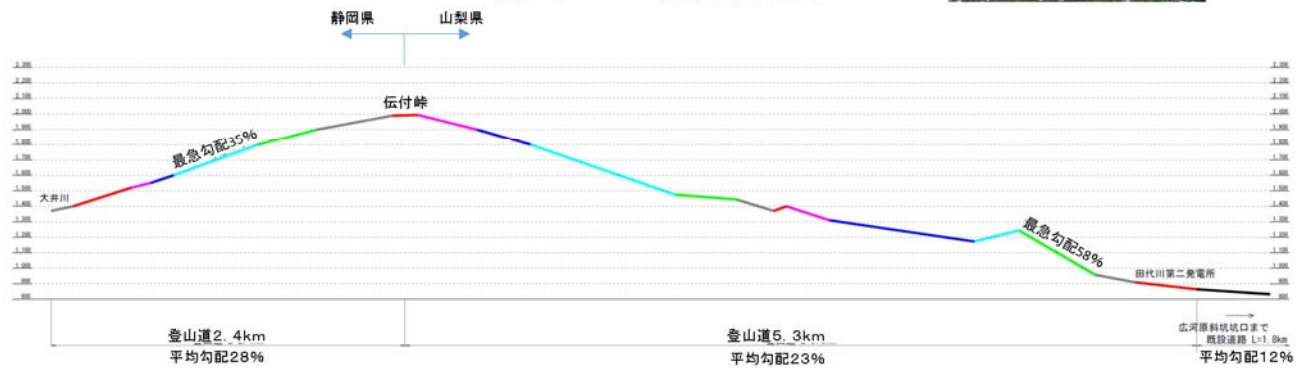


図 8-2 計画縦断面図

2) 山梨県境付近への導水路トンネルの取付け

- ・現計画では静岡県内に設置する導水路トンネルの取り付け位置を、山梨県境付近へ取り付けることとし、導水路トンネルを用いて静岡県側へ戻す案を検討しました。

ア. 山梨県境付近の断層帯に沿って導水路トンネルを建設する案

- ・山梨県境付近に導水路トンネルを取り付ける場合、図 8-3 に示すような計画が考えられます。

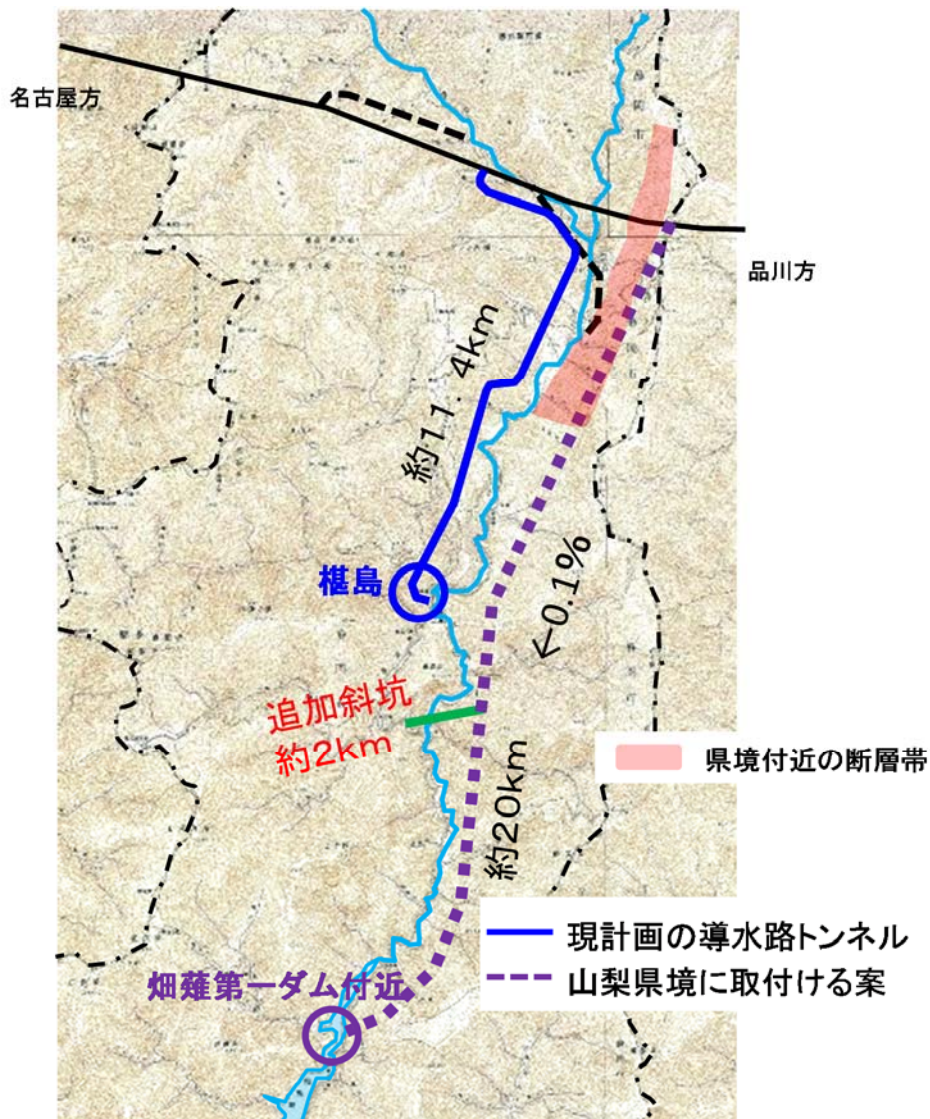


図 8-3 山梨県境付近へ導水路トンネルを取付ける計画

- ・本計画では、過去の地質調査の結果、山梨県境付近の断層帯と考えられる部分に沿って、導水路トンネルを建設することになります。
- ・トンネルの線形を検討する際、断層や破砕帯などの地質が脆い箇所とは直交するか、難しい場合でも極力短い距離で交差する事が基本です。
- ・本計画の場合、トンネル全長約20kmのうち、北側半分の約10kmの区間においては土被り約500m～1,100mの箇所を、山梨県境付近の断層帯に沿ってトンネルを掘削することになります。
- ・本計画の条件下では、高圧突発湧水の発生や大きな土圧が作用する可能性が高いため、トンネル掘削自体に技術的な課題があります。
- ・また、供用後においても、断層や破砕帯と並行する区間は、大きな土圧の作用によりトンネル変形やトンネル構造物の強度低下を引き起こすなど、維持管理上の要注意箇所となります。

イ. 山梨県境付近の断層帯を避けて導水路トンネルを建設する案

- ・山梨県境付近の断層帯を避けて計画する場合、山梨県境の直下に導水路トンネルを建設する計画が考えられます（図 8-4）。

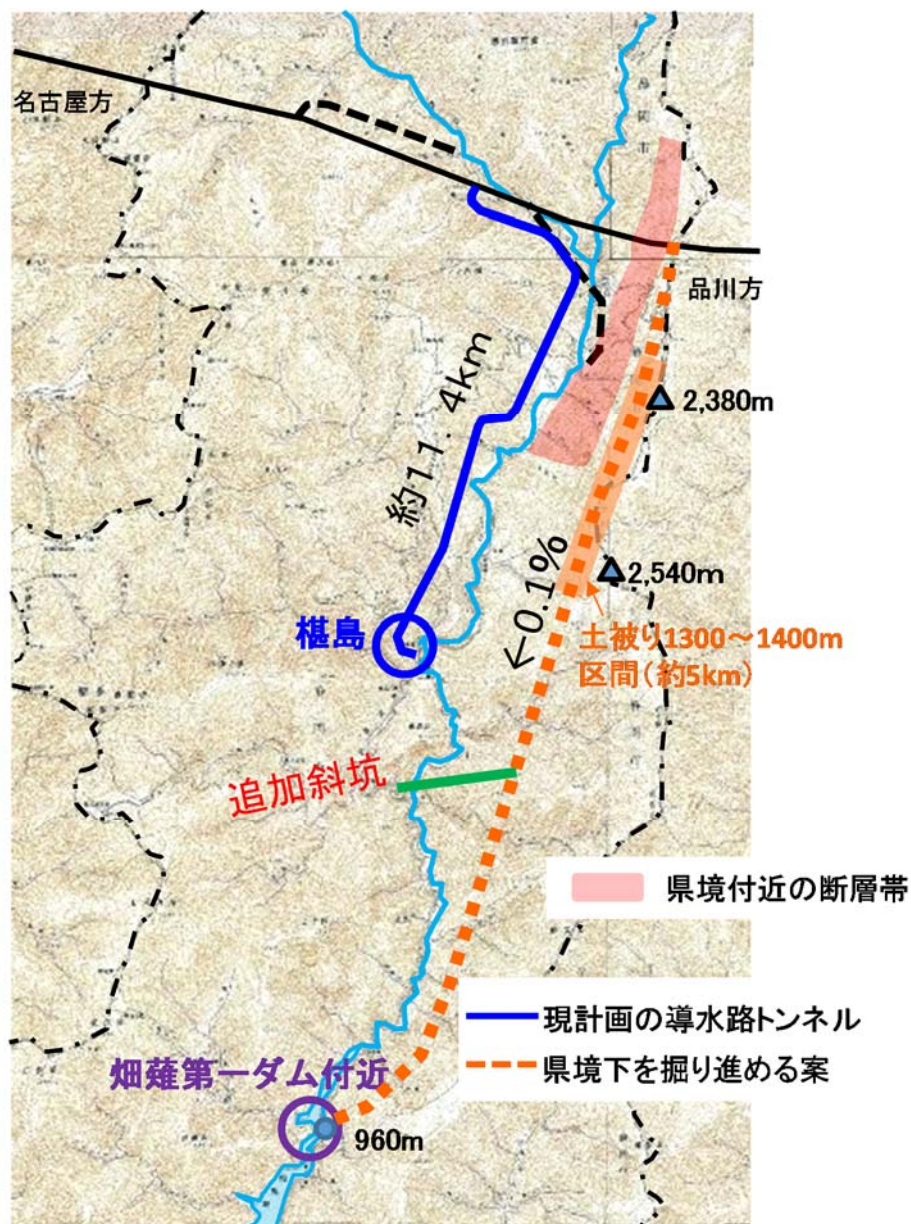


図 8-4 山梨県境下を掘り進め導水路トンネルを取付ける計画

- ・山梨県境部の稜線下では、土被りがこれまでの国内最大を超える約1,300～1,400mと極めて大きくなり、更にその区間が約5km連続します。
- ・南アルプストンネルの本線において、土被りが1,300mを超える区間が約800mあります。この超大土被り区間においては、最新の計測・設計・施工の技術を用いて、トンネルを貫通させる覚悟でおります。

- ・本計画では、土被りが本線トンネルよりもさらに大きく条件が悪くなることから、トンネル掘削自体に技術的な課題があります。また、この導水路トンネルは、山梨県境付近のトンネル掘削を開始するまでに完成する必要があることを考えると、全体の工期が大幅に伸びることになります。

3) 静岡県側からの長尺ボーリングとケーシングパイプによる揚水

- ・静岡県から掘削する先進坑から、山梨県側の先進坑へ貫通させる長尺ボーリングを複数本掘削し、掘削したボーリング孔とケーシングパイプを利用して、トンネル湧水を静岡県側へ戻すことを検討しました（図 8-5）。
- ・工区境から県境までは距離にして約1,000mですが、山梨県境付近には断層帯が存在しているため、脆い地質部を長距離（約800m以上）に亘り、ボーリングする必要があります。
- ・先進ボーリングのボーリング径は、ボーリング開始時点では約250mmですが、1,000m掘削時には、ボーリング掘削径も口元部から徐々に細くなっており、120mm程度になっています。
- ・ボーリング孔1本を使って、トンネル湧水を理論上揚水できる湧水量は約0.84m³/分（約0.014m³/秒）であり、山梨県境付近の断層帯から山梨県側へ流出すると想定される量約0.21m³/秒※を戻すためには、約15本のボーリングが必要です。

※静岡市モデルで予測した山梨県側へ流出する湧水の平均値。

「4. 工事着手前段階における取組み (6) 山梨県境付近の断層帯におけるトンネルの掘り方・トンネル湧水への対応 3) 工事期間中に山梨県側に流出するトンネル湧水の影響評価イ. 工事期間中（先進坑貫通まで）の県外流出湧水の影響評価」に記載している。

- ・静岡工区で採用する先進ボーリングは、南アルプストンネルの掘削のために長い年月をかけ、JR東海とメーカーで共同開発した最新の工法です。
- ・本工法は、約1,000m前方の水平掘削において、従来の工法では困難であったボーリング先端位置の把握や掘進方向のコントロールが可能であるなどの特徴があります。
- ・しかし、この最新のボーリング工法を用いたとしても、断層帯のように地質が脆い箇所において、これだけの数の長距離のボーリングを、静岡県側の先進坑から山梨県側の先進坑に向けて精度良く行うことは、技術的に課題があります。

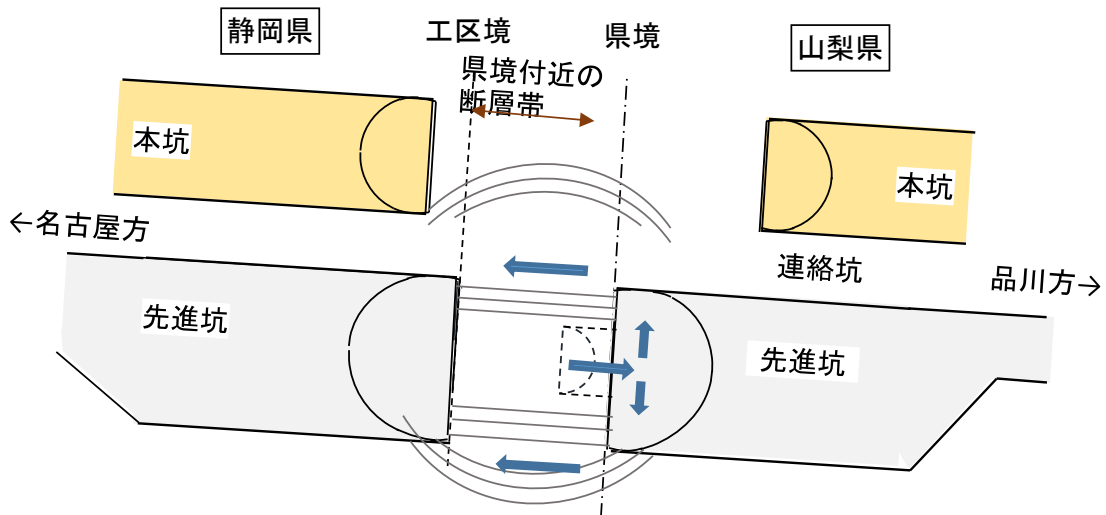


図 8-5 長尺ボーリングからの揚水検討図

- ・なお、先進ボーリングマシンであるFSC-100により、山梨県内の斜坑や先進坑の坑内から実施した調査ボーリングの実施例を表 8-1 に示します。
- ・それぞれの現場において、1,000mを超える延長をボーリングすることができており、その精度は概ねボーリング到達時に計画線に対し、上下左右ともに10m以内でコントロールすることができていますが、お示しした事例は、ボーリング時に大きな断層や地質のトラブルとなる要因が無い状況下での実績です。

表 8-1 先進ボーリングの実施事例

調査箇所	施工日数 (日)	Bo延長 (m)	ボーリング掘削完了時精度(計画線に対し)	
			上下方向	左右方向
南アルプストンネル(山梨工区) 広河原斜坑①	69	1170	上方5m	右側5m
南アルプストンネル(山梨工区) 広河原斜坑②	85	1100	下方8m	右側3m
南アルプストンネル(山梨工区) 早川先進坑	58	1071	下方3m	左側7m
第四南巨摩トンネル(西工区) 早川東斜坑	109	796	0m	左側10m

4) 山梨県境稜線部からの深井戸による揚水

- ・地表部から深井戸で地下水をくみ上げ、静岡県側へ戻すことを検討しました。
- ・山梨県側からの先進坑が県境付近に達するまでに、一定の間隔で深井戸（ディープウェル）¹を多数設置し、深井戸から地下水を揚水して静岡県側へ戻すことで、本来、トンネル内に湧き出るはずの湧水を予め極めて少なくしておくという対策です（図 8-6）。
- ・山梨県境付近の断層帯では土被りが約800mあり、地下水を揚水するためには、深井戸を800mより地下深くまで掘る必要があります。
- ・まず、このような土被りの箇所において、地質が脆い山梨県境付近の断層帯に多数の深井戸を確実に掘ってポンプを設置することは技術的に課題があります。

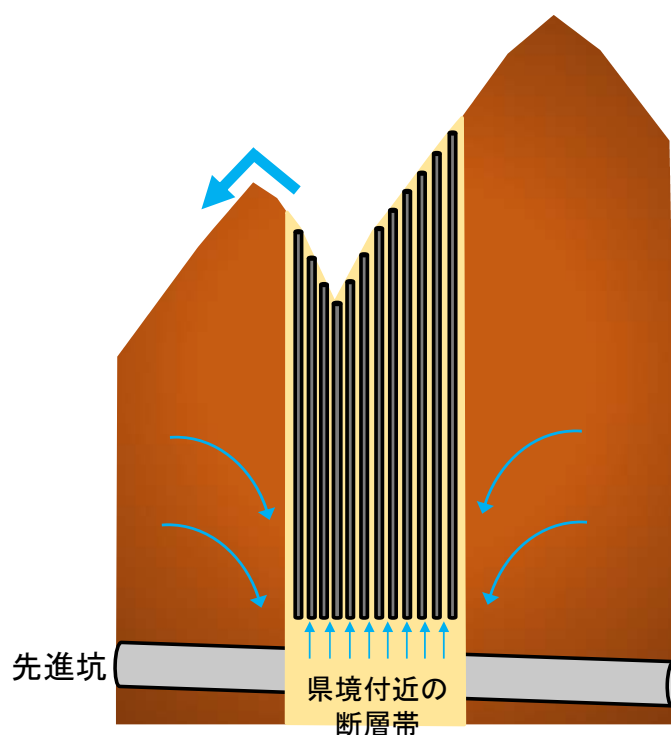


図 8-6 深井戸のイメージ

- ・また、設置するポンプについて、現地状況を踏まえ現実的に設置可能な温泉用深井戸水中ポンプ（図 8-7）にて、約800mの地下深くから地下水を揚水することが可能かどうかを検討しました。

¹ 深井戸（ディープウェル）：外径300mm～600mm程度の孔径で深井戸を掘り、強制的に土中の地下水をポンプにより汲み上げる方法。

- ・国内でも最高峰の揚程能力を有するポンプの規格は、口径65mm、最大揚程約700m、最大吐出量0.04m³/分(0.0007m³/秒)、重量241kg/基であり、これ以上の能力を有するポンプは現状ありません。
- ・図8-7に示す通り、ポンプの規格を考慮すると、ピークパワーで揚水しても約800mの地下深くから地表面まで揚水することは不可能です。
- ・なお、山梨県側へ流出すると想定されるトンネル湧水量を平均約0.21m³/秒とすると、この湧水量を揚程するためには、深井戸径約150mmを約315本設置する必要があり、延べボーリング延長は220,000m以上と膨大な延長になります。

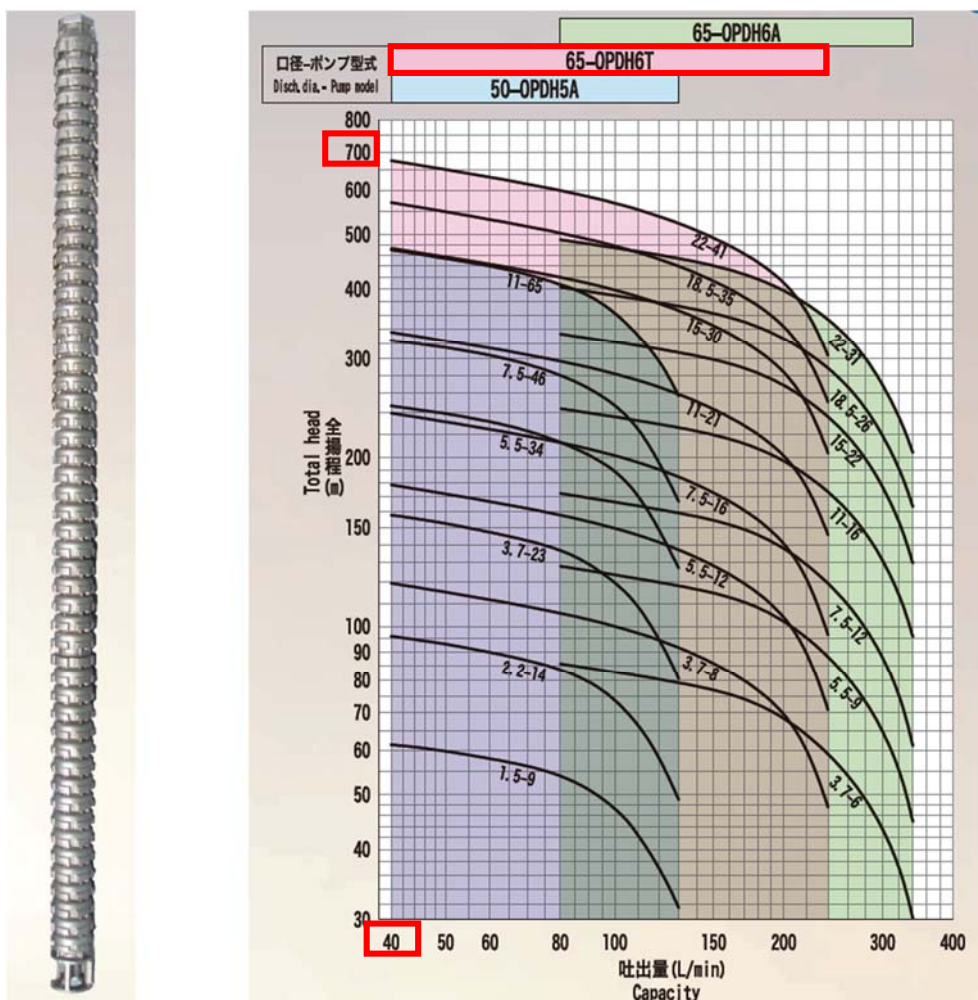


図 8-7 温泉用深井戸水中ポンプと処理能力図

出典：おかもとポンプ株式会社 製品カタログ（総合版）機種名：OPDH6T より抜粋

- ・更に、深井戸を掘削するにあたっては、山梨県境稜線部へ施工機械を運び上げ、設置する必要があります。(図 8-8)
- ・山梨県境稜線部では、平坦地が少ないため大型機械を設置し移動させる場所がなく、また樹木伐採や造成工事により、新たな自然改変を伴います。

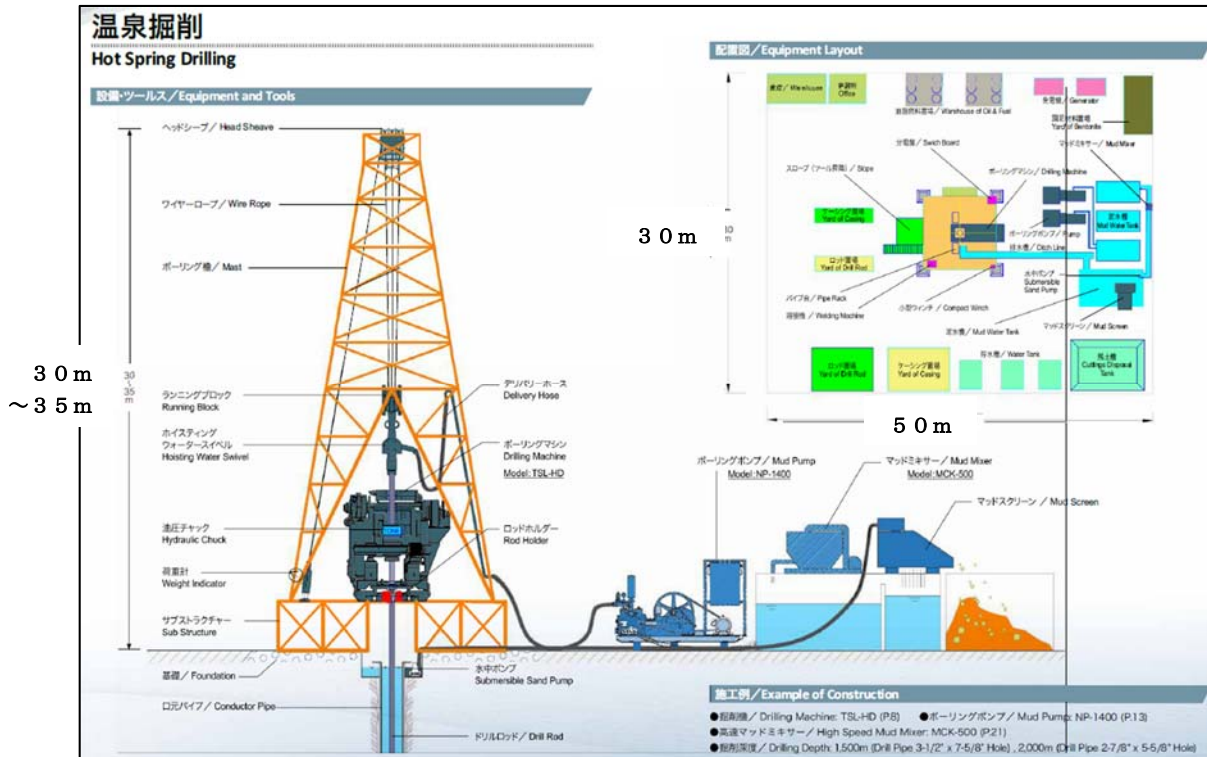


図 8-8 深井戸掘削設備のイメージ

出典：株式会社東亜利根ボーリング製品総合カタログより抜粋、一部加筆

- ・以上の通り、山梨県境付近の断層帯に多数の深井戸を確実に掘削することが技術的に困難であること、現地に設置可能で地下800mから揚水することが可能なポンプが存在しないこと、新たな自然改変が生じることから、本検討案は現実的ではないと考えられます。